

R E M A R K S

Submitted concomitantly herewith is a REQUEST FOR INITIALED COPY OF FORM PTO/SB/08A, wherein the Examiner is requested to return an initialed copy of the Form PTO/SB/08A dated January 11, 2002.

Claims 1 to 16 were rejected under 35 USC 112, second paragraph, for the reasons set forth at the middle of page 3 of the Office Action.

The position was taken in the Office Action that the recitation in the claims of "a grain size number of 10 or more" is indefinite because it is not certain if such grain size is based on ASTM or JIS and because such grain size number is not defined in the specification.

Page 21, lines 11 to 12 of the specification states as follows: "The determination of the grain size number was given in accordance with JIS G0552."

A copy of JIS G0552 is enclosed.

In view of the above, withdrawal of the 35 USC 112, second paragraph rejection is respectfully requested.

The presently claimed invention concerns a steel sheet comprising:



a ferritic phase comprising ferritic grains and ferritic grain boundaries, the ferritic grains having a grain size number of 10 or more;

at least one precipitate selected from the group consisting of Nb precipitates and Ti precipitates, the at least one precipitate being included in the ferritic phase;

the ferritic grains have a low density region with a low precipitate density in the vicinity of the grain boundary; and

the low density region has a precipitate density of 60% or less of the precipitate density at a center portion of a ferritic grain.

The presently claimed invention also relates to a method for manufacturing the above-described steel sheet, comprising the steps of:

hot-rolling a slab consisting essentially of 0.002 to 0.02% C, 1% or less Si, 3% or less Mn, 0.1% or less P, 0.02% or less S, 0.01 to 0.1% sol.Al, 0.007% or less N, at least one element selected from the group consisting of 0.01 to 0.4% Nb and 0.005 to 0.3% Ti, by mass%, and the balance being Fe, to prepare a hot-rolled steel sheet;



cooling the hot-rolled steel sheet to a temperature of 750°C or below at a cooling speed of 10°C/sec or more;

coiling the cooled hot-rolled steel sheet;

cold-rolling the coiled hot-rolled steel sheet to prepare a cold-rolled steel sheet; and

annealing the cold-rolled steel sheet.

Claims 1 to 16 were rejected under 35 USC 103 as being unpatentable over Matsuoka et al. USP 5,360,493, Sakata et al. USP 4,857,117 or Matsuoka et al. USP 6,171,412 for the reasons indicated in the paragraph bridging pages 2 and 3 of the Office Action.

It was admitted in the Office Action that the references do not teach ferritic grains having a low density region with a low precipitate density in the vicinity of the grain boundary, and a low density region having a precipitate density of 60% or less of the precipitate density at a center portion of a ferritic grain, as recited in applicants' claims.

It is an object of Matsuoka et al. USP 5,360,493 to provide a method of producing a high-strength cold-rolled steel sheet, which is superior to the conventional steel sheets in deep drawability and which also excels in ductility.



It is an object of Matsuoka et al. USP 6,171,412 to provide a bake-hardenable steel sheet with good anti-aging property.

It is an object of Sakata et al. USP 4,857,117 to provide a method of manufacturing a cold-rolled steel sheet having an improved deep drawability.

As described in the paragraph bridging pages 3 and 4 of the specification, prior to the present invention, there was a difficulty in that there was no appropriate action that could be taken to avoid a fracture which occurs during stretch-forming.

An object of the present invention is to provide a steel sheet having a large forming allowance during press-forming.

The object of the present invention is substantially different from the objects of USP 5,360,493, USP 6,171,412 and USP 4,857,117.

The following is described in the last paragraph on page 12 of the specification:

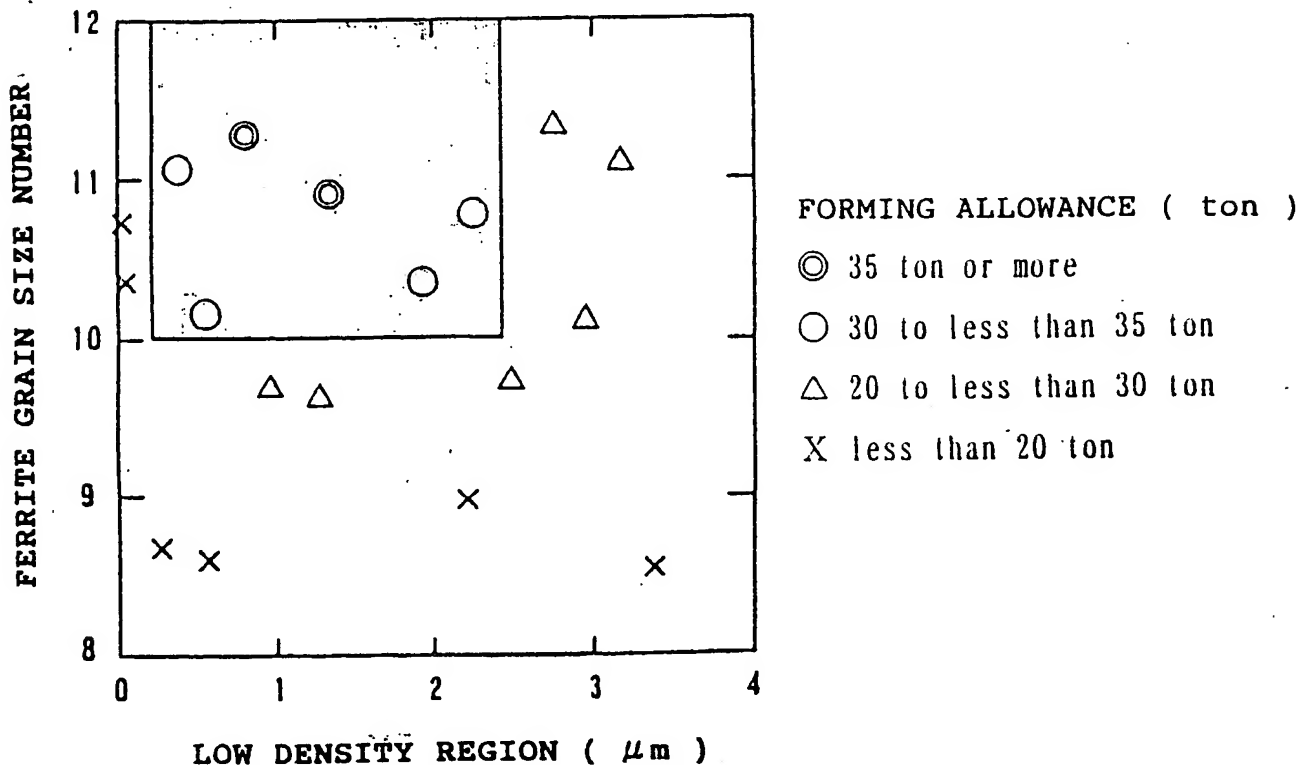
"...the refinement of ferritic grains and the formation of low density region with low precipitate density in the vicinity of ferritic grain boundary increase the crack generation limit and the wrinkle generation limit, thus increasing the forming allowance during press-forming, even with the same material characteristics." (emphasis provided)



The press-forming allowance is a load difference between the wrinkle generation limit and the crack generation limit (see page 13, lines 6 to 11 of the specification).

Fig. 1 of the present application (which is reproduced hereinbelow) is a graph which shows the relationship between the forming allowance during the press-forming and the microscopic structure of the steel sheet. To obtain a preferable forming allowance (30 tons or more; marks  $\circ$  and  $\odot$  in Fig. 1), as seen in Fig. 1, the ferritic grains in the steel sheet should have a grain size number of 10 or more (or refinement).

FIG.1





None of the cited references teach or suggest that a ferritic grain size number of 10 or more is important to obtain a preferable forming allowance.

In the present invention, a specified amount of C is necessary to form carbides with Nb and Ti, and to form regions different in precipitation density from each other in the vicinity and at the center portion of a ferritic grain.

In contrast to the present invention, in USP 5,360,493, USP 6,171,412 and USP 4,857,117, it is desirable that the C content is reduced as much as possible to improve the workability (see USP 5,360,493, column 7, lines 36 to 42; USP 6,171,412, column 12, lines 49 to 51; and USP 4,857,117, column 4, lines 18 to 22).

Therefore, regarding the concept of C amount, the present invention is substantially different from USP 5,360,493, USP 6,171,412 and USP 4,857,117.

With respect to the concept that the C content be reduced as much as possible, it is clear that USP 5,360,493, USP 6,171,412 and USP 4,857,117 have no intention to increase the ferrite grain size number to be 10 or more.

It is therefore respectfully submitted that applicants' claimed invention is not rendered obvious over the references.




Reconsideration is requested. Allowance is solicited.

If the Examiner has any comments, questions, objections or recommendations, the Examiner is invited to telephone the undersigned at the telephone number given below for prompt action.

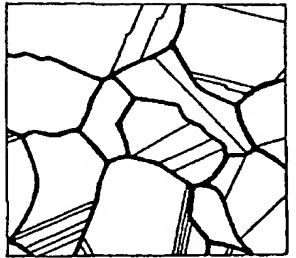
Frishauf, Holtz, Goodman  
& Chick, P.C.  
767 Third Ave., 25th Floor  
New York, NY 10017-2023  
Tel. Nos. (212) 319-4900  
(212) 319-4551/Ext. 219  
Fax No.: (212) 319-5101  
E-Mail Address: BARTH@FHGC-LAW.COM  
RSB/ddf

Respectfully submitted,

  
Richard S. Barth  
Reg. No. 28,180

Encs.: (1) PETITION FOR EXTENSION OF TIME  
(2) REQUEST FOR INITIALED COPY OF  
FORM PTO/SB/08A  
(3) Copy of JIS G0552





附属書・図2 結晶粒の測定(双晶)

JIS G 0552

(1958)

### 鋼のフェライト結晶粒度試験方法

Methods of ferrite grain determination test for steel

(JIS (1977) 改正  
JIS (1957) 制定)

序文 この規格は、1957年に制定されて以来、1977年に部分改正を行い、今日に至っている。前回の改正は、米20年近く経過しているが、この間における技術的進歩と相まって対応する国際規格ISO 643: 1983, Steels—Micrographic determination of the ferrite or austenitic grain sizeとの整合を図る必要があるため、今回改正を行った。

主な改正点は、次のとおりである。

- a) 適用範囲を炭素含有量0.25 %以下に窄めた。
- b) 使用記号、関係式を国際規格に合わせた。また、報告の項を新編制定した。
- c) 判定方法として、計数方法及び交差線分(線形)による判定方法を附属書に追加した。

1. 適用範囲 この規格は、主として炭素含有量0.25 %以下の鋼のフェライト結晶粒度(以下、粒度という。)を測定する試験方法について規定する。

備考 この規格の対応国際規格を、次に示す。

ISO 643 Steels Micrographic determination of the ferrite or austenitic grain size

2. 定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次による。

a) 粒度 鋼のフェライト結晶粒の大きさ、その表示は、粒度番号で表す。

b) 粒度番号 粒度を規定の方法で測定した後、(1)又は(2)によって表す番号。

1) 比較法で測定した場合は、表1による。

表1 粒度番号

粒度番号 <i>G</i>	断面図1 mm <sup>2</sup> 当たりの 結晶粒の数 <i>n</i>	結晶粒の平均断面積 <i>a</i> mm <sup>2</sup>	100倍における25 mm <sup>2</sup> 中の 結晶粒の平均数 <i>N</i>
3	1	1	0.0025
2	2	0.5	0.125
1	4	0.25	0.25
0	8	0.125	0.5
1	16	0.0625	1
2	32	0.0312	2
3	64	0.0156	1
4	128	0.00781	8
5	256	0.00390	16
6	512	0.00195	32
7	1024	0.00098	64
8	2048	0.00049	128
9	4096	0.000244	256
10	8192	0.000122	512

備考 表1においては、次の関係式が成り立つ。

$$n = 10^{(G-3)}$$



- 2) 切断法で測定した場合は、次の式によって算出する。粒度  $n$  は、小数点以下1位に丸める。

$$n = 500(M/100)^{1/3} (L_1 \times L_2) / (L_1 \times L_2) \quad (1)$$

ここに、 $G$ ：粒度番号

$n$ ：試験機の倍率100倍における25 mm<sup>2</sup>平方中の結晶粒度の数

$M$ ：試験機の倍率

$L_1$ (又は $L_2$ )：互いに直交する線分のうち1方向の線分の長さの数値(単位 mm)

$L_1$ (又は $L_2$ )： $L_1$ (又は $L_2$ )によって切断された結晶粒度の数

備考 付図3は、式(1)の関係をグラフにしたものである。

- c) 混粒 1視野内において粒度番号がおおむね以上異なる結晶粒が20 %以上混在するもの、  
d) 異伸度 異の加工によってフェライト結晶粒が異伸した場合、次の式によって計算されたもの、

$$e = n_1/n_2$$

ここに、 $e$ ：異伸度

$n_1$ ：結晶粒の異伸された方向に直角を一定長その線分によって切断された結晶粒

の数

$n_2$ ：結晶粒の異伸された方向に平行な $n_1$ を求めた線分と同一長さの線分によって

切断された結晶粒の数

3. 試験方法の種類 試験方法の種類は、次の2種類とする。

- a) 比較法

- b) 切断法

試験法は、通常、比較法によるが、フェライト結晶粒が著しく異伸している場合又は析出を要する場合には、切断法によるものが多い。

なお、受渡当事間の協定によって、計数方法を用いることができる。この場合は、附属書1による。また、受渡当事者間の協定によって、交差線分法を用いることができる。この場合は、附属書2による。

4. 試験片の処理 鋼の加工方向に平行又は直角の断面を機械仕上げして検査する。この場合、約 100倍で観察し、必要のある場合には、表面を炭酸鋼とすることである。

備考 観察時には、ほかに、フェライト(鋼炭エタノール)、ピラール(ピラール炭エタノール)又は過酸化水素を用いてもよい。

### 5. 試験方法

- 5.1 比較法 腐食面に現れた粒度を顕微鏡で観察し、標準図と比較する。

5.2 切断法 腐食面に現れた粒度を顕微鏡で観察するか又は顕微鏡写真に撮影し、一定の長さの直交する二つの線分で切断されるフェライト結晶粒の数を測定する。

この場合、線分の両端にあつて一部分しか切断されないフェライト結晶粒は、一方だけを数え、切断されないフェライト結晶粒が線分の一端だけの場合は、これを数えない。

また、1本の線分で切断されるフェライト結晶粒の数は、1視野で少なくとも10個以上になるように顕微鏡の倍率を満足し、総計50個以上になるまで数視野測定する。

備考 顕微鏡で観察する方法は、目視観察するほかに顕微鏡写真、スリガラススクリン上での観察がある。

6. 各視野における判定方法

- 6.1 比較法

6.1.1 顕微鏡で測定した粒度を付図1に示す標準図と比較して、その相当する粒度番号を判定する。この場合、顕微鏡の倍率は100倍、炭素鋼は約0.8 mmの円、投影像又は写真表面の大きさは約80 mmの円とする。

6.1.2 測定粒度が粒度番号の中間に相当すると認められたとき、低位の粒度番号に0.5を加えたものとする。

6.1.3 顕微鏡の倍率が100倍では判定困難な場合には、50倍又は200倍などの倍率を用いることができる。このとき、表2のように、例えば、50倍の場合は判定結果の粒度番号を2番号低位とし、200倍の場合は2番号高位とする。

表2 通常の倍率に対する粒度番号の関係

倍の倍率	倍率4倍で読み取られる値に関する粒度番号									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
50	-1	0	1	2	3	4	5	6		
100	1	2	3	4	5	6	7	8		
200	3	4	5	6	7	8	9	10		

6.1.4 混粒の場合は、各粒度番号の粒度の面積百分率を目測によって判定する。

6.1.5 フェライトなどを多量に混在する場合は、混在する状態が帯状又は粒状のものに限り、炭素鋼とフェライト結晶粒の部分の面積百分率を目測によって求め、次に、フェライト結晶粒の部分だけについて、付図1の標準図と比較して、その相当する粒度番号を判定する。

備考 付図2は、フェライト相の混在を示すものである。

- 6.2 切断法

6.2.1 顕微鏡で測定したフェライト結晶粒の数を、式(1)又は付図3によって粒度番号を判定する。

6.2.2 フェライトが多数に混在する場合、適切な方法により、フェライト結晶粒の面積百分率を求め、次に、切断法によって、検査面の100倍における25 mm<sup>2</sup>平方中の結晶粒の数を測定し、これを25 mm<sup>2</sup>平方のフェライト結晶粒の数に換算して、式(1)又は付図3によって粒度番号を判定する。

注(1) 点算法、重量法、光電管法、リニアアルナリクス法などがある。

6.3 受渡当事者間の協定によって、計数方法による判定方法を用いることができる。この場合、附属書1による。

### 7. 結果判定方法

7.1 比較法による場合は、6.1による各視野についての判定結果から、次の式によって平均粒度番号を算出し、これをその間の粒度とする。平均粒度番号は、小数点以下1位に丸める。

$$g = \frac{\sum (a \times b)}{\sum b}$$

ここに、 $g$ ：平均粒度番号

$a$ ：各視野における粒度番号

$b$ ：同一粒度番号を示す視野数



表3 傾度算出方法の例

各視野における傾度番号 <i>a</i>	視野数 <i>b</i>	$a \times b$	平均傾度番号 <i>f</i>	傾度
6	2	12	$\frac{45}{10} = 4.5$	6.5
6.5	6	39		
7	2	14		
合計	10	65		

- 7.2 切断法による場合は、6.2の方法によって得られた傾度番号をもって、その間の傾度とする。  
 7.3 6.1.4の傾度の場合は、各傾度番号の傾度の面積百分率の総合平均値によって、進入の割合を判定する。  
 7.4 受渡り手者間の協定によって、交差点分岐(枝分)による判定方法を用いることができる。この場合、附屬書2による。

#### 8. 表示

8.1 総合判定結果によって、試験方法の種類による記号(\*), 試験面の記号(\*), 傾度及び視野数を、次の例に従って表示する。

注(\*) 試験方法の種類による記号は、次のよう。

$FC_0$ : 比較法

$FC_1$ : 切断法

(\*) 試験面の記号は、次のよう。

V: 直角断面

P: 平行断面

S: 表面

例1. 傾度でない場合

$FC_0-V3.5_{100}$ .....(5.1の比較法で直角断面における10視野の場合判定による傾度が3.5の場合)

$FC_0-P6.5$  .....(5.2の切断法で平行断面における傾度が6.5の場合)

$FC_0-P2.5_{100}$ .....(密集レーライト20%選定).....(5.1の比較法で平行断面における10視野の総合判定による傾度が3.5で、密集レーライトが20%選定する場合)

例2. 選定の場合

$FC_0-V13(70\%)+6(30\%)_{100}$ .....(5.1の比較法で直角断面における10視野全部が選定で総合判定において傾度が70%, 傾度が30%ある場合)

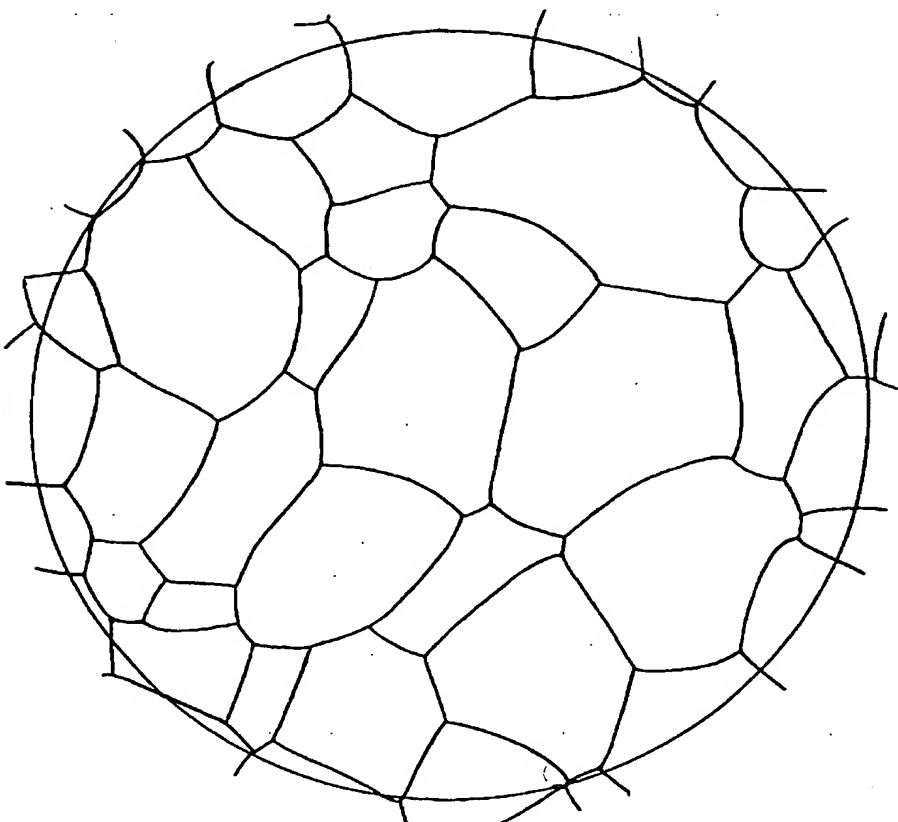
4.2 試験した結果は、必要があれば傾度を次の例によって付記する。

例 e-P2.3.....(平行断面における傾度が2.3の場合)

4.3 必要がある場合には、試験面の位置を付記する。

9. 報告 試験報告書が必要の場合には、次の項目を報告事項として受渡り手者間の協定によって選択する。

- 試験された開けの傾度の記号
- 試験方法(試験方法の種類による記号)
- 試験条件
- 傾度番号

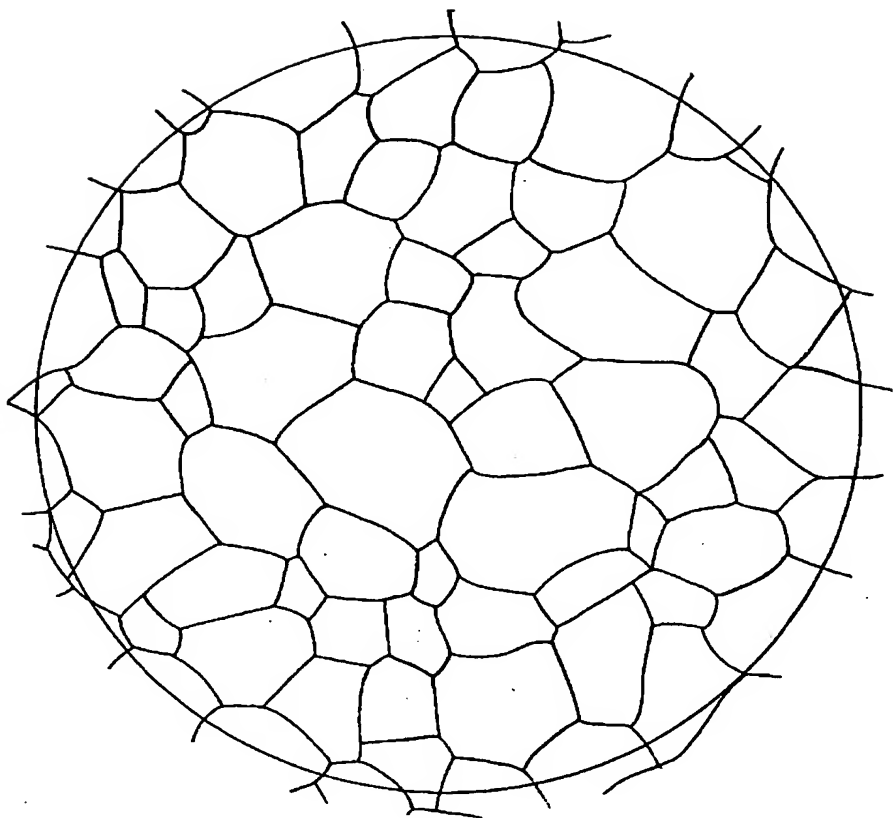


傾度番号1

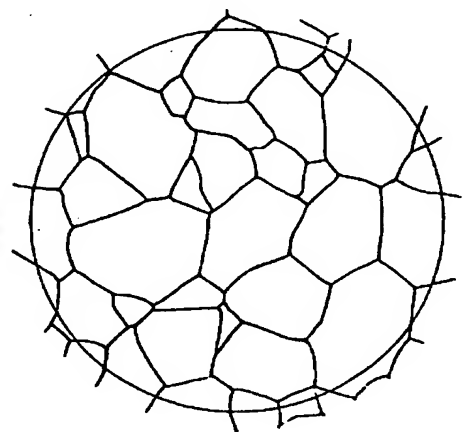
付図1 フォトリソグラフィ検査用(標準100)

この図は、フォトリソグラフィ検査用として作成されたもので、傾度を7%に設定したものです。傾度は判定する際、傾度を7%に設定してください。

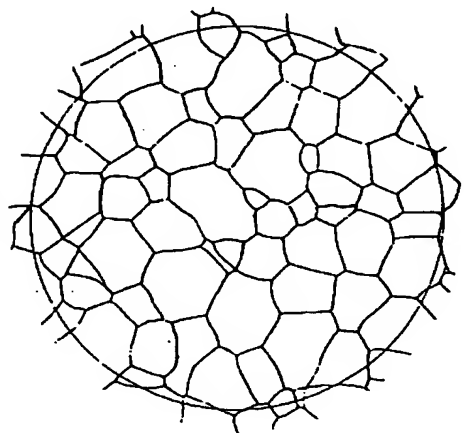




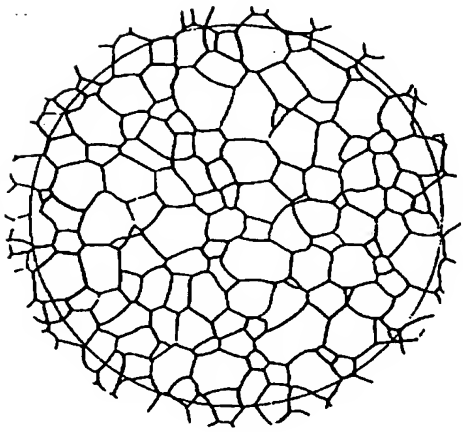
付図1 フェライト結晶粒度標準図(倍率100)(2.5)  
粒度番号2



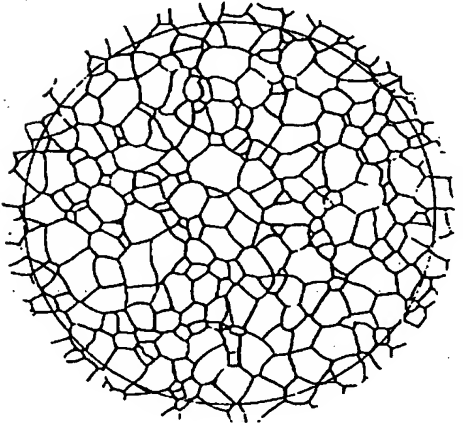
粒度番号3



粒度番号4



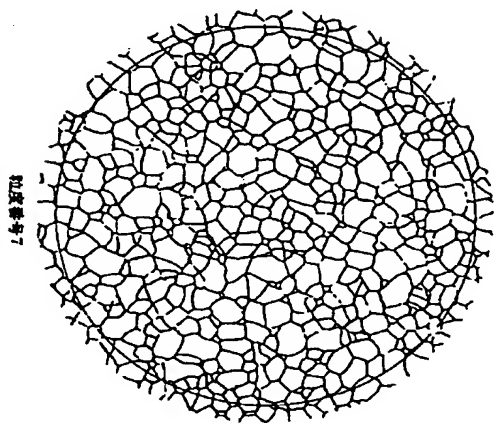
粒度番号5



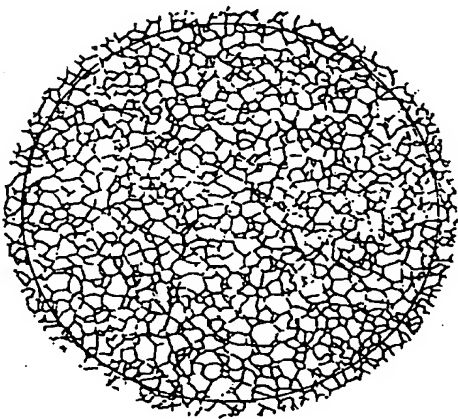
粒度番号6

付図1 フェライト結晶粒度標準図(倍率100)(2.5)





粒度番号7

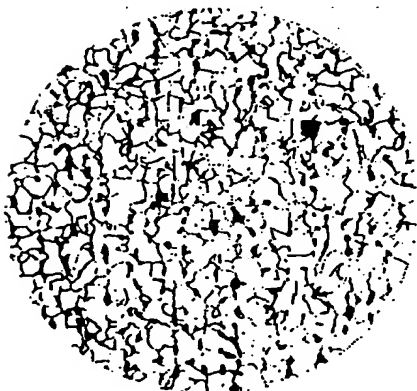


粒度番号8

付図1 フェライト結晶粒度標準図(倍率100)(続き)



A



C



B



D

付図2 パーライト組織参考図(倍率100)



# 附属書1 (規定) 計数方法

序文 この附属書は、ISO 643 : 1983, Steel—Micrographic determination of the ferrite or austenitic grain sizeに規定されている計数方法を翻訳し、技術的内容を変更することなく作成したものである。

なお、この附属書で条線の下線を施してある場所は、取囲規格に追加した事項である。

1. 適用範囲 この附属書1は、結晶粒の数を測定して結晶粒度を定める計数方法について規定する。

## 2. 計数方法

2.1 測定 顕微鏡で粒度を次のように測定する。

視野の大きさ、顕微鏡のすりガラスグリッド上(又は顕微鏡写真上)に描かれる直径79.8 mmの円(5 000 mm<sup>2</sup>の面積)によって囲まれる領域とする。

また、一辺が70.7 mmの正方形(5 000 mm<sup>2</sup>に等しい面積)、又は、例えば、80.0 mm×62.5 mmの同じ面積の長方形によって囲まれる領域を用いて同じ方法で実施することもできる。

顕微鏡倍率は、この視野で少なくとも50個の結晶粒を数えられるものとするが、通常は100倍とする。この場合は、試験片上の領域の面積は0.5 mm<sup>2</sup>となる(附属書1図1参照)。

この円の中に完全に入っている結晶粒 $n_1$ と円周と交差している結晶粒 $n_2$ を数える。

2.2 判定方法 測定した円の中に完全に入っている結晶粒 $n_1$ と円周と交差している結晶粒 $n_2$ から、式(1)から式(7)に従って計算し判定する。

$$\text{結晶粒の総数 } n_{\text{tot}} = n_1 + n_2/2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{試験片表面の1平方ミリの等しい面積当たりの結晶粒の数 } m = 2n_{\text{tot}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{ただし、倍率 } g \text{ の場合には } m = 2(g/100)^2 n_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{又は } m = 2K^2 n_2 \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{ここに、 } K = g/100 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{なお、平均結晶粒径 (mm) は、 } d_n = 1/\sqrt{m} \dots\dots\dots (6)$$

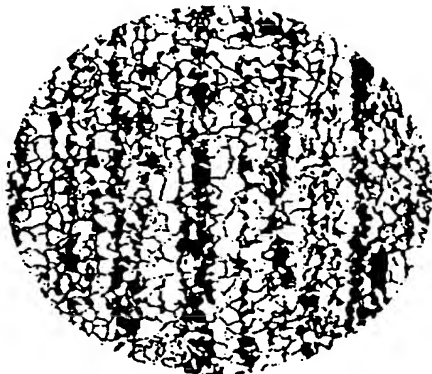
$$\text{平均結晶粒面積 (mm}^2\text{) は、 } a = 1/m \dots\dots\dots (7)$$

となる。

計算値 $m$ は、粒度番号 $G$ に対応しており、附属書1表1に記述されている範囲内で粒度番号を求める。

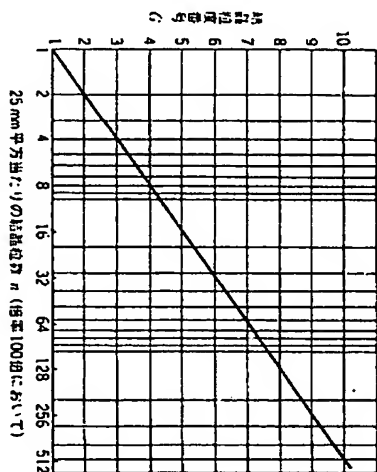
2.3 表示 表示は、本体の記述による。ただし、粒度(1)は、次による。

注(1) FC(Count) : 計数方法



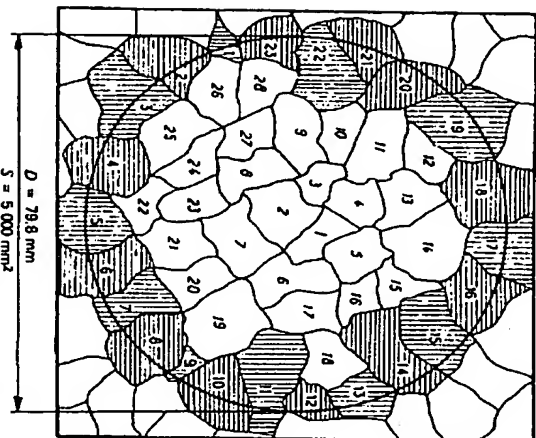
互換符号	パーライト面積 %	粒度番号	備考
A	5.9	7	粒状
B	8.8	6.5	粒状
C	8.3	7	帯状
D	15.2	6	粒状
E	20.4	7.5	帯状

付図2 パーライト相を参考図(倍率100)(続き)



付図3 粒度番号と結晶粒数との関係





附属書1図1 円によって囲まれる領域の結晶粒の判定

附属書1表1 粒度番号

粒度番号 G	断面積1 mm²当たりの結晶粒の数 m	
	公称値	範囲
-3	1	0.75 1.5
-2	2	1.5 3
-1	4	3 6
0	8	6 12
1	16	12 24
2	32	24 48
3	64	48 96
4	128	96 192
5	256	192 384
6	512	384 768
7	1024	768 1536
8	2048	1536 3072
9	4096	3072 6144
10	8192	6144 12288

## 附属書2(規定) 交差線分(粒径)による判定方法

序文 この附属書は、ISO 6431:1993, Sieb-Micrographic determination of the ferritic or austenitic grain sizeに規定されている交差線分(粒径)による判定方法を補足し、技術的内容を充実にすることができ、作成したものである。なお、この附属書で点線の下線を通した箇所は、国際規格に追加した事項である。

### 1. 適用範囲 この附属書2は、交差線分(粒径)による判定方法について規定する。

備考 測定線によって交差する結晶粒数は、顕微鏡のすりガラススクリーン上、又は代表的な視野の顕微鏡写真上で数えなければならない。両方の方法で同じ結果となるので、切片も数えることができる。計測線は、直線又は円のいずれでもよい。附属書2図1の計測線分は、使用する計測線の種類を示している。この値子は、両者する一つの視野に対し一度だけ適用する。有効に数えるために十分な数の視野に対してランダムに適用する。

### 2. 試験方法の選択

- a) 直線交差線分法
- b) 円形交差線分法

### 3. 試験方法

3.1 直線交差線分法 計測線は、附属書2図1に示されるように長さ500 mmで4側に付いて配置された直線部分から構成されている。この配置から結晶粒の形状を減少させることができる。垂直及び水平の線分は、異なる方向の結晶粒を計測するのに用いられる。二つの線分の一つは、目的とする方向に向けられている。倍率は、50倍以上の切片が使用の測定で得られるように選ばなくてはならない。

3.1.1 交差線分を計測する場合 計測線分が粒度内で終了する場合は、この結晶粒によって交差する線分は、0.5として数える。

#### 3.1.2 切片を計測する場合

- a) 計測線分の片一方が正確に横断するときは、線分の端を(切片として)0.5として数える。
- b) この線分が波状の横断となる場合、1切片として数える。
- c) 交差が三焦点(3個の結晶粒の接点)と一致するときは、1.5切片と数える。
- d) 線分が異なる二つの場所での同一結晶粒を分断する不規則な形の結晶粒の場合、2切片として数える。

3.1.2 円形交差線分法 計測線分は、附属書2図1に示すような、直径500 mmの円である。倍率は、計測線分が横断視野に重なり、かつときに50個以上の切片があるように選ばなくてはならない。単一円の場合、250 mmの円周をもつ最大円を使用する。この場合、使用される倍率は少なくとも25個の切片が数えられるようなものでなくてはならない。円形交差線分法は、少し長い交差線分と少し短い切片を出す傾向がある。これを補正するため、三焦点によって引き起こされる切片を、直線交差線分法の場合の1.5の代わりに円形交差線分法では2.0の切片と数えてはならない。

4. 計算方法 異なる視野に関する切片数の計測を数回繰り返すことによって、切片数の平均値  $\bar{N}$  を得る。 $L$ を測定線分の長さとして、1ミリメートル当たりの平均切片数  $N_L = \bar{N}/L$  とする。



また、文差線分の平均長 $\bar{L}$ は、次の式によって与えられる。

$$\bar{L} = 1/\bar{N}_L$$

非等軸結晶の場合は、次の三つの断面についての切片数を測定することができる。

①縦方向1断面、②縦方向1断面、③縦方向1断面

この三つの断面の切片数から、ミリメートル当たりの平均切片数 $\bar{N}_L$ は、次の式によって決定される。

$$\bar{N}_L = (N_1 + N_2 + N_3)/3$$

ここに、 $N_1$ ：縦方向1断面のミリメートル当たりの平均切片数

$N_2$ ：縦方向1断面のミリメートル当たりの平均切片数

$N_3$ ：縦方向1断面のミリメートル当たりの平均切片数

備考1. 異なった粒度指数(粒度番号)の結晶粒(混粒) 測定する試料に二つ以上の異なった粒度指数系列に属する結晶粒が含まれることがある。これは、例えば、全体的に見られる大きさとは著しく異なる大きさの幾つかの結晶粒が存在することによって認識することができる。この場合、大きさによる計数を行い、二つ以上の指数を決定すると同時にそれらの相対X又は位置を述べることもある。

2. 双晶粒 別に規定がない場合は、これらは単一結晶粒として数えられる(附属書2図2参照)。

3. 非等軸結晶粒 結晶粒度の判定は、同数の結晶粒が切片する部分径を、二つの適切に選択された面交軸上(その一つの例としては圧延製品の片延軸である。)で計測し、これらの径の比を取ることで得られる大きさの比を求めることによって補正される。

5. 判定方法 測定結果の判定は、次による。指数 $FG(ASTM) = 0$ は、(倍率100倍で測定される32.0 mmに相当する。指数 $FG(ASTM)$ は、平均文差線分( $\bar{L}$ )又は単位長さ(mm)当たりの平均切片数( $\bar{N}_L$ )から次の式から求められる。

$$\text{指数 } FG(ASTM) = -3.2877 - 6.6439 \log_{10} \bar{L}$$

$$\text{指数 } FG(ASTM) = -3.2877 + 6.6439 \log_{10} \bar{N}_L$$

6. 表示 表示は、本体のAによる。ただし、粒度番号(\*)は、次による。

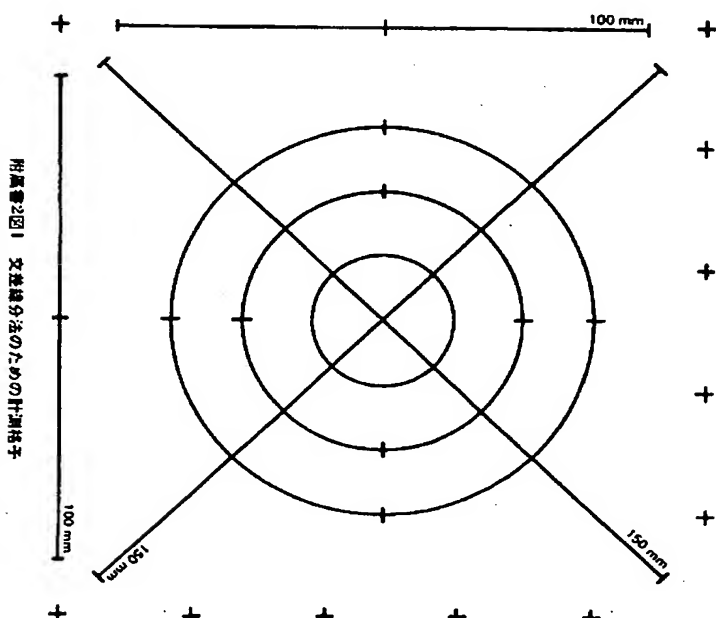
注(\*)  $FG(ASTM)$ ：文差線分(粒度)によって判定した指数 $FG(ASTM)$

3箇の円のミリメートルで表される寸法

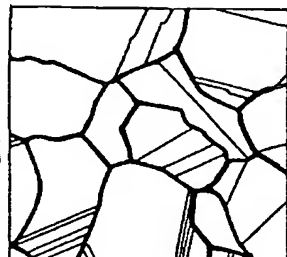
単位 mm

直径	円周
79.58	250.0
53.05	166.7
26.53	83.3

注 500.0







附属書2図3 結晶粒の判定(現像)

JIS G 0533  
(1983)

# 鋼のフクロ組織試験方法 Microstructure detecting method for steel

(JIS (1977.83) 改正)  
(JIS (1958) 制定)

序文 この規格は、1958年に制定されて以来、1983年に部分改正を行い今日に至っている。前回の改正以来10年以上経過しているが、この間における技術的進歩と相まった当該試験の形式に合わせることを及び対応する国際規格(ISO 4969) : 1980, Steel—Macroscopic examination by etching with strong mineral acidsとの整合を図る必要があるため、今回改正を行うこととした。

主な改正点は、以下のとおりである。

- (1) 国内要請に対応して、試験方法として精製アルコール水溶液法及び硝酸水溶液法を追加した。
- (2) 国際規格との整合化を図るため、試験方法として附属書に収載法及び組織一般試験法を追加した。
1. 適用範囲 この規格は、鋼の断面を、種々の腐食液を用いて腐食し、フクロ組織を試験する方法について規定する。

備考1. この規格の引用規格を、次に示す。

JIS B 0601 表面粗さ—定義及び表示  
JIS K 1808 鋼酸  
JIS K 1310 塩酸(合成)  
JIS K 1505 工業用アルコール

## 2. この規格の対応関係規格を、次に示す。

ISO 4969 : 1980 Steel—Macroscopic examination by etching with strong mineral acids

## 2. 一般

- 2.1 試験目的 試験結果の解釈は、鋼のケースによる。詳細は、製品規格又は受渡当事業者間の協定による。
- 2.2 腐食面の観察は、目視とする。ただし、電鏡若くは顕微鏡の協定によって、顕微鏡による観察を指定できる。

3. 用語の定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次による。ただし、次の用語(括弧内)は、組織の不均一性を表すもので必ずしも欠陥を意味するものではない。

なお、付図1にキルパ鋼の組織を示す。

- (1) 樹枝状結晶(D) 鋼の凝固時に発生した一次結晶。
- (2) イソコトバラン(1) 鋼の凝固過程における結晶形状の変化又は成分の偏りのため、他部質に異なる濃度差が現れたもの。
- (3) 中心部腐食(Sa) 鋼の凝固過程における成分の偏りのため、中心部に腐食の濃度差が現れたもの。
- (4) 多孔質(L又はLa) 鋼材断面全体にわたる(L)又は中心部(La)で腐食が短時間に進行して樹枝状に現れたもの。
- (5) テット(T又はTe) 腐食によって、鋼材断面全体にわたる(T)又は中心部(Te)に、肉眼で見えらる大きな点状の孔を生じたもの。

- (6) 気泡(B) フローホール又はピンホールが完全に見えなく、その跡をよどめかきもの。
- (7) 介在物(N) 肉眼で認められる非金属介在物。
- (8) バイメ(P) 鋼の凝固過程による一次又は二次パイメが完全に圧着されず、中心部にその跡をとどめたもの。
- (9) もみ割れ(H) 腐食によって、断面に細く毛状に現れたきず。
- (10) もみ割れ(F) 不適当な腐食又は圧延作業によって、中心部に生じた割れ。
- (11) 周辺さす(S) 隅角部によるさす(SN)、圧延及び腐食によるさす(SK)、その他鋼材の外周部に生じたさす。

4. 試験の原理と目的
- 4.1 フクロ腐食は、鋼のフクロ組織を現出させ、物理的・化学的均一性を明らかにする。
- 4.2 腐食液は不均一な速度で鋼の各部を溶解し、観察のできる本中に腐食の相違を明らかにする。
- 4.3 腐食によるフクロ組織は、化学的均一性(偏析)、物理的均一性(割れ、多孔質)、その他の組織の変化を明らかにする。
5. 試験片 腐食又は圧延した鋼材から、加工端と中心部の方向に板状試験片を切り取る。試験片の試験面は、原則としてJIS B 0601の30—35  $\mu\text{m}$ に仕上げることとし、試験に先立って試験面の油膜を除去し、これを乾燥させる。
6. 試験方法 試験方法は、次の5方法又は附属書による。
- 6.1 腐食方法
- 6.1.1 塩酸法
- (1) 腐食液は、JIS K 1310の濃酸を1:3で希釈した水に希釈して(HCl)として(約20質量%)調製し、これを腐食容器中で50—80  $^{\circ}\text{C}$ に加熱して使用する。